

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

## **IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

As rescanning documents *will not* correct images,  
Please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **2000028918 A**(43) Date of publication of application: **28.01.00**

(51) Int. Cl.

**G02B 13/00**  
**G02B 3/10**  
**G02B 13/18**  
**G11B 7/135**

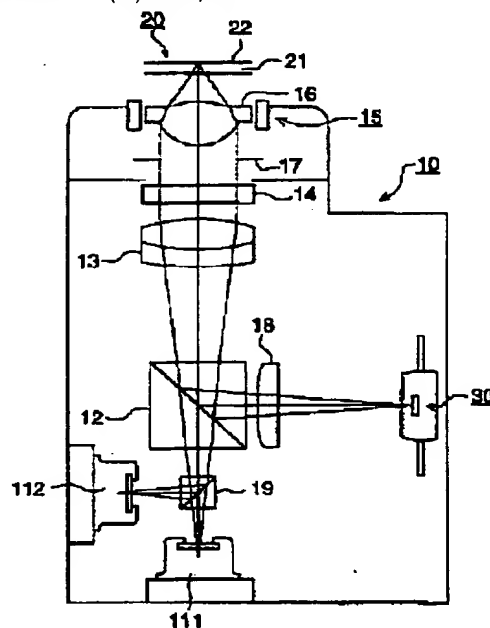
(21) Application number: **10213462**(71) Applicant: **KONICA CORP**(22) Date of filing: **14.07.98**(72) Inventor: **ARAI NORIKAZU****(54) CONDENSING OPTICAL SYSTEM FOR OPTICAL PICKUP DEVICE****(57) Abstract:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To make the respective condensing spots of a DVD and a CD optimum and to make the reproducing signals of both of them the best by providing a condensing optical system with a means for generating astigmatism at least between an optical axis and a condensed luminous flux edge.

**SOLUTION:** In the case of reproducing a 1st disk, the luminous flux of a beam emitted from a semiconductor laser 111 is transmitted through a synthesizing means 19, a polarizing beam splitter 12, a collimator lens 13 and a 1/4 wavelength plate 14 and becomes circularly polarized parallel luminous flux. The luminous flux is converged by a diaphragm 17 and condensed on an information recording surface 22 by an objective lens 16 through the transparent base plate 21 of an optical disk 20. The luminous flux modulated and reflected by an information pit on the recording surface 22 is transmitted through the lens 16, the plate 14 and the lens 13 again and made incident on the beam splitter 12, where it is reflected and made incident on a photodetector 30 after the astigmatism is given by a

cylindrical lens 18. By using a signal outputted from the photodetector 30, a read signal for information recorded on the optical disk 20 is obtained.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2000-28918

(P2000-28918A)

(43)公開日 平成12年1月28日(2000.1.28)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 0 2 B 13/00		G 0 2 B 13/00	2 H 0 8 7
3/10		3/10	5 D 1 1 9
13/18		13/18	
G 1 1 B 7/135		G 1 1 B 7/135	A

審査請求 未請求 請求項の数 8 F D (全 12 頁)

(21)出願番号 特願平10-213462

(22)出願日 平成10年7月14日(1998.7.14)

(71)出願人 000001270

コニカ株式会社

東京都新宿区西新宿1丁目26番2号

(72)発明者 荒井 則一

東京都八王子市石川町2970番地 コニカ株式会社内

(74)代理人 100084607

弁理士 佐藤 文男 (外2名)

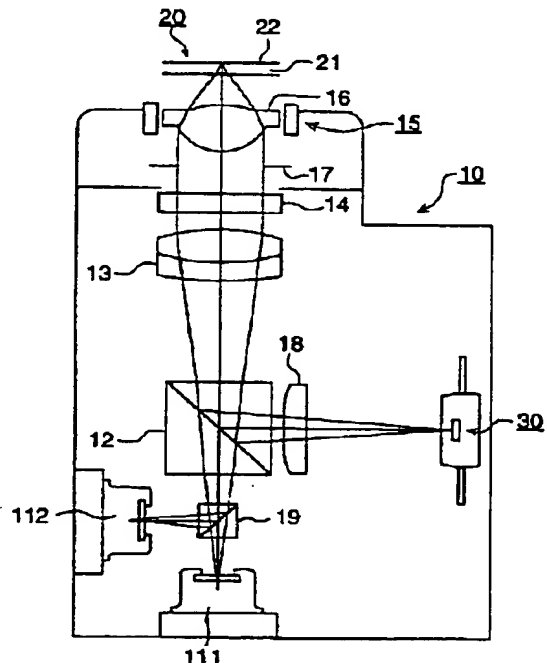
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光ピックアップ装置用集光光学系

(57)【要約】

【課題】 光源から出射した光束を集光光学系で情報記録面に集光させ、光情報記録媒体上に情報を記録再生する光ピックアップ装置において、トラッキングあるいは半導体レーザの非点隔差による非点収差を補正する

【解決手段】 対物レンズは光軸から周縁までを3分割した場合には、DVDおよびCDの記録再生用の光軸を含む第1の分割面およびその外側のCD用の第2分割面は非点収差を有し、もっとも外側のDVD用の第3分割面は非点収差を持たないようにすることが出来る。また、光軸を含む第1の分割面のみは非点収差を有し、その外側の第2分割面および第3分割面は非点収差を持たないようにし、あるいは第2分割面のみが非点収差を有するようにしてもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 2つの光源から出射した光束を集光光学系で情報記録面に集光させ、光情報記録媒体上に情報を記録再生する光ピックアップ装置用の集光光学系であって、

光源の非点収差及び／またはトラッキングによる非点収差を相殺するために、少なくとも光軸と集光光束周縁との間に非点収差を発生するための手段を備えていることを特徴とする光ピックアップ装置用集光光学系

【請求項2】 上記非点収差を発生する手段は、対物レンズに設けられた回転非対称非球面である請求項1の光ピックアップ装置用集光光学系

【請求項3】 対物レンズは光軸から周縁までを2分割した輪帯状の屈折面を有し、光軸を含む第1の分割面は非点収差を有し、その外側の第2分割面は非点収差を持たない請求項2の光ピックアップ装置用の対物レンズ

【請求項4】 対物レンズは光軸から周縁までを3分割した輪帯状の屈折面を有し、光軸を含む第1の分割面およびその外側の第2分割面は非点収差を有し、もっとも外側の第3分割面は非点収差を持たない2の光ピックアップ装置用の対物レンズ

【請求項5】 対物レンズは光軸から周縁までを3分割した輪帯状の屈折面を有し、光軸を含む第1の分割面は非点収差を有し、その外側の第2分割面およびもっとも外側の第3分割面は非点収差を持たない請求項2の光ピックアップ装置用の対物レンズ

【請求項6】 対物レンズは光軸から周縁までを3分割した輪帯状の屈折面を有し、光軸を含む第1の分割面およびもっとも外側の第3分割面は非点収差を持たず、第2分割面は非点収差を有する請求項2の光ピックアップ装置用の対物レンズ

【請求項7】 対物レンズは光軸から周縁まで連続して\*

光ディスク	透明基板厚 (mm)	必要開口数 NA (光源波長 $\lambda$ nm)
CD, CD-R (再生)	1.20	0.45 ( $\lambda = 780$ )
CD-R (記録、再生)	1.20	0.50 ( $\lambda = 780$ )
LD	1.25	0.50 ( $\lambda = 780$ )
MD	1.20	0.45 ( $\lambda = 780$ )
MO (3.5インチ, 230MB)	1.20	0.55 ( $\lambda = 780$ )
MO (3.5インチ, 640MB)	1.20	0.55 ( $\lambda = 680$ )
DVD	0.60	0.60 ( $\lambda = 635$ )

【0003】 上記光情報記録媒体中、CD-Rについては光源波長  $\lambda = 780$  nm である必要があるが、他の光ディスクにおいては、表1に記載した光源波長以外の波長の光源を使用することが出来、使用する波長に応じて必要開口数が変わり、例えば、CDの場合は必要開口数  $NA = \lambda (\mu m) / 1.73$ 、DVDの場合は必要開口数  $NA = \lambda (\mu m) / 1.06$  で近似されることはよく知られている。なお、本明細書で云う開口数は、透明基板側から見た集光光学系の開口数のことである。

\* 変化する屈折面を有し、該屈折面は、光軸からその最周縁までの間の少なくとも一部において非点収差を発生させることを特徴とする請求項2の光ピックアップ装置用の対物レンズ

【請求項8】 上記非点収差を発生する手段は、対物レンズ以外の部分に設けられたことを特徴とする請求項1の光ピックアップ装置用集光光学系

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は光源から出射した光束を集光光学系で情報記録面に集光させ、光情報記録媒体上に情報を記録再生する光情報記録媒体の記録再生用光ピックアップ装置及びその対物レンズに関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、短波長赤色半導体レーザーの実用化に伴い、従来の光情報記録媒体（光ディスクとも云う）であるCD（コンパクトディスク）と同程度の大きさで大容量化させた高密度の光情報記録媒体であるDVDが開発されている。このDVDでは、635nmの短波長半導体レーザーを使用したときの対物レンズの光ディスク側の開口数NAを0.6としている。なお、DVDは、トラックピッチ0.74  $\mu m$ 、最短ビット長0.4  $\mu m$  であり、CDのトラックピッチ1.6  $\mu m$ 、最短ビット長0.83  $\mu m$  に対して半分以下に高密度化されている。また、上述したCD、DVDの他に、種々の規格の光ディスク、例えばCD-R（追記型コンパクトディスク）、LD（レーザーディスク）、MD（ミニディスク）、MO（光磁気ディスク）なども商品化されて普及している。表1に種々の光ディスクの透明基板の厚さと、必要開口数を示す。

【表1】

【0004】 このように、サイズ、基板厚、記録密度、使用波長などが種々異なる様々な光ディスクに対応するため、異なる光ディスクそれぞれに対応した集光光学系を備え、記録再生する光ディスクにより集光光学系を切替る光ピックアップ装置が提案されている。その1つとして、異なる光ディスクそれぞれに対応した集光光学系を備え、記録再生する光ディスクに応じて集光光学系を切替る光ピックアップ装置が提案されている。しかし、この光ピックアップ装置では、集光光学系が複数必要と

なり、コスト高を招くばかりでなく、集光光学系を切替るための駆動機構が必要となり装置が複雑化し、その切替精度も要求されると云う問題がある。

【0005】そこで、1つの集光光学系によって複数の光ディスクを記録再生する光ピックアップ装置が種々提案されている。提案されている方式としては、特開平8-55363号公報、同平9-17023号公報、同平9-194975号公報、同平10-69675号公報、特願平9-286954号などにその例が見られる。

【0006】特開平8-55363号公報の光学系では、DVD用とCD用と2つの光源を備えているが、一般に半導体レーザ自体の非点隔差量が異なるため、DVDもしくはCDの少なくともどちらかの集光スポットに非点収差が残留し、最適な性能が達成出来ない。またDVDでは対物レンズに平行光が入射するがCDは対物レンズに発散光が入射する。DVDではトラッキングにより収差変動はないが、CDではトラッキングにより非点収差が発生する。

【0007】特開平9-17023号公報の光学系も、DVDでは対物レンズに平行光が入射するがCDは対物レンズに発散光が入射し、CDではトラッキングにより非点収差が発生する。特開平9-194975号公報、同平10-69675号公報、特願平9-286954号では、DVDとCD双方に対して平行光が入射するため、トラッキングによる非点収差の発生はないが、CD-Rの再生のために光源を2つ設置する場合、やはり非点隔差量の異なる半導体レーザを用いることになるため、前述の問題が発生する。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、1つだけの対物レンズを持つDVDとCD互換光ピックアップの集光光学系において、DVDとCDそれぞれの集光スポットを最適にして、双方の再生信号を最良にすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】本発明の光ピックアップ装置用の集光光学系は、2つの光源から出射した光束を集光光学系で情報記録面に集光させ、光情報記録媒体上に情報を記録再生するためのものであって、その集光光学系は、少なくとも光軸と集光光束周縁との間に非点収差を発生するための手段を備えていることを特徴とする。一般には、非点収差を発生するための手段は、対物レンズに設けられてよく、該対物レンズの周辺部では非点収差が補正されており、より光軸に近い部分において非点収差を発生する。これにより、DVDの再生時には非点収差を生ぜず、CDの再生時には、レンズによる非点収差によってトラッキングあるいは半導体レーザの非点収差を補正することが可能となる。また、この非点収差を発生するための手段は、コリメータレンズ、ミラー

など、他の光学素子に設けることが出来る。

【0010】

【発明の実施の形態】具体的には、対物レンズは光軸から周縁までを2分割した輪帯状の屈折面を有し、光軸を含む第1の分割面はDVDおよびCDの記録再生用に非点収差を有し、その外側のDVD対応の第2分割面は非点収差を持たない対物レンズとすることが出来る。

【0011】また、対物レンズは光軸から周縁までを3分割した場合には、DVDおよびCDの記録再生用の光軸を含む第1の分割面およびその外側のCD用の第2分割面は非点収差を有し、もっとも外側のDVD用の第3分割面は非点収差を持たないようにすることが出来る。また、光軸を含む第1の分割面のみは非点収差を有し、その外側の第2分割面および第3分割面は非点収差を持たないようにし、あるいは第2分割面のみが非点収差を有するようにしてもよい。

【0012】対物レンズは上記のように分割面とせず、光軸から周縁まで連続して変化する屈折面を有し、該屈折面は、光軸からその最周縁までの間の少なくとも一部において非点収差を発生させ、最周縁部では非点収差を持たないように形成する。光軸近辺は開口数が小さく、焦点深度が深いので、非点収差は持っていないとしてもよい。

【0013】

【実施例】以下、図面を参照して本発明を説明する。なお、本明細書においては、透明基板の厚さ $t_1$ の第1光情報記録媒体の情報記録または再生に必要な集光光学系の光情報記録媒体側の開口数NA1が、透明基板の厚さ $t_2$ の第2光情報記録媒体の記録再生に必要な集光光学系の光情報記録媒体側の開口数NA2よりも大きいものとして説明する。

【0014】図1に示す光ピックアップ装置10においては、第1光ディスクの再生用に、第1光源である第1半導体レーザ111（波長 $\lambda_1 = 610\text{nm} \sim 670\text{nm}$ ）と、第2光ディスクの再生用に第2光源である第2半導体レーザ112（波長 $\lambda_2 = 740\text{nm} \sim 870\text{nm}$ ）とを有している。ここで第1半導体レーザ111の非点隔差は小さく、第2半導体レーザ112は約 $30\mu\text{m}$ と大きな非点隔差を持つ。また、合成手段19は、第1半導体レーザ111から出射された光束と第2半導体レーザ112から出射された光束とを合成することが可能な手段であって、両光束を1つの集光光学系を介して光ディスク20に集光させるために、同一光路とする手段である。

【0015】まず、第1ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ111からビームを出射し、出射された光束は合成手段19、偏光ビームスプリッタ12、コリメータレンズ13、1/4波長板14を透過して円偏光の平行光束となる。この光束は、絞り17によって絞られ、対物レンズ16により第1光ディスク20の透明基

板21を介して情報記録面22上に集光される。そして情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、1/4波長板14、コリメータレンズ13を透過して偏光ビームスプリッタ12に入射し、ここで反射してシリンドリカルレンズ18により非点収差が与えられ光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて第1光ディスク20に記録された情報の読み取り信号が得られる。また、光検出器30上でのスポットの形状変化による光量分布変化を検出して合焦検出やトラック検出を行なう。この検出に基づいて2次元アクチュエータ15が、半導体レーザ111からの光束を第1光ディスクの情報記録面22上に結像するように対物レンズ16を光軸方向に移動させるとともに、光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を光軸と垂直な方向に移動させる。

【0016】一方、第2ディスクを再生する場合、第1半導体レーザ112からビームを出射し、出射された光束は合成手段19により光路を変更され、その後、偏光ビームスプリッタ12、コリメータレンズ13、1/4波長板14、絞り17、対物レンズ16を介して第2光ディスク20上に集光される。そして、情報記録面22で情報ビットにより変調されて反射した光束は、再び対物レンズ16、1/4波長板14、コリメータレンズ13、偏光ビームスプリッタ12、シリンドリカルレンズ18を介して光検出器30上へ入射し、光検出器30から出力される信号を用いて第2光ディスク20に記録された情報の読み取り信号が得られる。また、光検出器30上でのスポットの形状変化による光量分布変化を検出して合焦検出やトラック検出を行なう。この検出に基づいて2次元アクチュエータ15が、半導体レーザ112

からの光束を第1光ディスクの情報記録面22上にデフォーカス状態で結像するように対物レンズ16を光軸方向に移動させるとともに、光束を所定のトラックに結像するように対物レンズ16を光軸と垂直な方向に移動させる。

【0017】このような光ピックアップ装置10の集光光学系の1つである対物レンズ16に、図2ないし図4に示すような対物レンズ16を用いる。本実施例において、対物レンズ16は、光源側の面S1および光ディスク20側の屈折面S2は共に非球面形状を呈した正の屈折力を有した凸レンズである。また、対物レンズ16の光源側の面S1は光軸と同心状に複数（本実施例では3つ）の第1分割面Sd1～第3分割面Sd3から構成されている。分割面Sd1～Sd3の境界は段差を設けて、それぞれの分割面Sd1～Sd3を形成している。そして、第1分割面Sd1および第3分割面Sd3は、第1光源111から出射して第1光ディスクに集光させた光束の最良波面収差が0.05λrms以下となるような非球面で形成する。そして第1分割面Sd1の部分の非球面を第1非球面と呼び、第3分割面Sd3の部分

の非球面を第3非球面と呼ぶ。また、第2分割面Sd2は、前記第1非球面を介して第2光源112の光束を透明基板の厚さがt2（t2≠t1）の第2光ディスクに集光させたときの球面収差の発生量よりも、少ない球面収差となるように第2非球面で形成し、この第1非球面および第3非球面の第2光ディスクの必要開口数NA2近傍であるNAL～NAHに、第2非球面を合成した対物レンズとする。

【0018】このような対物レンズ16の設計法を模式的に説明する。まず、透明基板の厚さがt1の第1光ディスクに集光させた光束の最良波面収差が0.05λrms以下となるように第1屈折面S1の第1非球面と第2屈折面S2を設計する。この設計により得られたレンズの球面収差が図4（c）である。そして、この第1非球面を有するレンズを介して透明基板の厚さがt2（t2≠t1）の第2光ディスクに集光させたときの球面収差（図4（e）この場合、t2>t1）の発生量よりも、少ない球面収差となるように第2屈折面S2（共通屈折面）はそのまま第1屈折面の第2非球面を設計する。このとき第2非球面の近軸曲率半径と第1非球面の近軸曲率半径とは同じにすることが、デフォーカス状態で再生を行なう第2光ディスクの再生を良好に行なうために好ましい。この設計により得られたレンズの第2光ディスクに集光させたときの球面収差が図4（f）であり、また、このレンズで第1光ディスクに集光させたときのレンズの収差図が図4（d）である。そして、この第1非球面の第2光ディスクの必要開口数NA2近傍で第2非球面を合成する。この合成した第2非球面（第2分割面）で光軸に近い側を開口数NALとし、遠い側をNAH（すなわち、NAL<NAH）とする。

【0019】従って、この段階では、対物レンズ16の屈折面S1における面形状としては、光軸を含む第1分割面Sd1と第1分割面Sd1より外側の第3分割面Sd3とは、回転対称でかつ同一の数式で表すことが出来る非球面形状となり、その第1分割面Sd1と第3分割面Sd3との間（第2光ディスクの再生に必要な開口数NA2近傍、すなわち、NAL～NAH）の第2分割面Sd2は、別の数式で表現される回転対称非球面（第2非球面）となる。得られたレンズを用いて第1光ディスクに集光させたときの球面収差図は図4（a）となり、第2光ディスクに集光させたときの球面収差図は図4（b）となる。

【0020】なお、第1非球面と第2非球面を合成する場合、第2分割面Sd2を光軸方向にずらして合成して、位相差を利用することにより、第1光ディスク記録再生時の集光光量のアップを図ることが出来る。さらに、第2光源112には、非点隔差があるので、第2非球面をこの非点隔差によって発生する非点収差をキャンセルするために、回転非対称面化する。また、第1分割面Sd1も、2つの光源に対して共通に利用される領域

であることから、非点収差を持たせることが望ましい。非点収差の量は、第1光ディスクの性能を劣化させない範囲で適宜選択される。もちろん第1光源111に非点隔差がある場合には、第3分割面Sd3も適宜回転非対称面とすることがある。また、非点収差を発生させる方向は、半導体レーザの向き等を考慮して決定される。最\*

$$x = \frac{y^2/r_y + z^2/r_z}{1 + \{1 - (1 + Ky) y^2/r_y^2 - (1 + Kz) z^2/r_z^2\}^{1/2}} + \sum_{j=2} A_j \{ (1 - e_j) y^2 + (1 + e_j) z^2 \}^{j/2}$$

y方向、z方向は、その目的(半導体レーザに起因する非点収差のキャンセル、トラッキングによる非点収差の劣化等)に応じて適宜設定する。

式中 r<sub>y</sub>: x-y断面の基準2次曲面の近軸曲率半径

r<sub>z</sub>: x-z断面の基準2次曲面の近軸曲率半径

K<sub>y</sub>: x-y断面の基準2次曲面円錐形数

K<sub>z</sub>: x-z断面の基準2次曲面円錐形数

y: y軸方向の光軸からの距離

z: z軸方向の光軸からの距離

A<sub>j</sub>: 回転対称成分の非球面係数

e<sub>j</sub>: 非回転対称成分の非球面係数

回転対称非球面は、下記の式で表す。

【数2】

$$x = \frac{H^2/r}{1 + \sqrt{1 - (1 + K) (H/r)^2}} + \sum_{j=2} A_j H^j$$

式中 r: 基準2次曲面の近軸曲率半径

K: 基準2次曲面円錐形数

H: 光軸からの距離

で、数式2は数式1で、 r = r<sub>y</sub> = r<sub>z</sub>

K = K<sub>y</sub> = K<sub>z</sub>

【数3】

$$H = (y^2 + z^2)^{1/2}$$

e<sub>j</sub> = 0

としたことに対応する。

【0022】 上述したように、本実施例において得られた対物レンズ16は、開口数NA2の近傍の少なくとも2つの開口位置(NALとNAH)で、透明基板の厚さが異なる複数のディスクを1つの集光光学系で再生できるように、球面収差が不連続に変化するように構成している。このように球面収差が不連続に変化するようにしたので、各々の開口数の範囲(本実施例では光軸~NALの第1分割面、NALからNAHの第2分割面、NAH~NA1の第3分割面)を通過する光束(本実施例では第1光束~第3光束)を任意に構成することが出来、第1光束を再生する複数の光ディスク全ての再生に利用し、第2光束および第3光束をそれぞれ複数の光ディスクのうち所定の光ディスクの再生に利用することが可能となり、1つの集光光学系(本実施例では対物レンズ16)で複数の光ディスクを再生出来、低コストかつ複雑

\* 最終的に得られたレンズが対物レンズ16となる。

【0021】 本実施例において、非球面の式は、Xを光軸方向にとり、それとは垂直の方向にY軸とZ軸をとるとき光軸上の物点に対して非点収差を発生させるための面は、下記の式で表す。

【数1】

化しないで実施出来、さらに、高NAの光ディスクにも対応できる。さらに、第2分割面Sd2および/または第1分割面Sd1を回転非対称面とし、第2光源112のもつ非点隔差に起因する非点収差をキャンセルしたことで、第2光ディスクの記録再生性能を向上することが出来る。しかも絞り17は、高NAであるNA1に対応するように設けるだけでよく、光ディスク再生に必要な開口数が増加(NA1或いはNA2に)したとしても、絞り17を変化させる手段を何ら設ける必要もない。なお、「球面収差が不連続に変化する」とは、球面収差図で見たときに急激な球面収差の変化が見られることを云う。

【0023】 さらに、球面収差の不連続に変化する方向は、小さい開口数から大きい開口数へと見たときに、開口数NALでは球面収差が負の方向に、開口数NAHでは球面収差が正の方向になっている。これにより、薄い透明基板の厚さt1の光ディスクの再生が良好になるとともに、これより厚い透明基板の厚さt2の光ディスクの再生が良好に行なうことが出来る。なお、本実施例ではt2 > t1、NA1 > NA2であるために、上述したように球面収差は、開口数NALでは負の方向に、開口数NAHでは正の方向に不連続に変化するが、t2 < t1、NA1 > NA2の場合は、開口数NALでは正の方向に、開口数NAHでは負の方向に球面収差が不連続に変化することになる。

【0024】 さらに、透明基板の厚さt2の第2光ディスクを再生する際には、開口数NALから開口数NAHまでの間の球面収差(第2分割面Sd2を通過する光束による球面収差)が正となるようにすることにより、光ピックアップ装置10のS字特性が向上する。なお、本実施例ではt2 < t1、NA1 > NA2であるために、開口数NALから開口数NAHまでの間の球面収差が正となるようにしたが、t2 < t1、NA1 > NA2の場合は、負とするといふ。

【0025】 さらに、厚さt1の透明基板を介した際(図4(a)参照)に、開口数がNA1の中で、NAL~NAHの間を通過する光束を除いた、すなわち光軸~NALおよびNAH~NA1を通過する波面収差の球面収差成分が0.05λrms以下(ただし、λは光源の

波長)で設計されているので、透明基板の厚さが $t_1$ の第1光ディスクの記録再生が良好になる。

【0026】このように、この対物レンズ16において、光軸を含む第1分割面Sd1を通過する光束(第1光束)は第1光ディスクに記録された情報の再生および第2光ディスクに記録された情報の再生に利用し、第1分割面Sd1より外側の第2分割面Sd2を通過する光束(第2光束)は主に第2ディスクに記録された情報の再生に利用し、第2分割面Sd2より外側の第3分割面Sd3を通過する光束(第3光束)は主に第1光ディスクに記録された情報の再生に利用するような形状となっている。

【0027】このように、光源から出射される光束を、集光光学系の光軸近傍の第1光束を第1光ディスクの再生および第2光ディスクの再生に利用し、第1光束より外側の第2光束を第1光ディスクおよび第2ディスクの再生に利用し、第2光束より外側の第3光束を主に第1光ディスクの再生に利用することにより、光源からの光を光量損失を抑えつつ、1つの集光光学系(少なくとも共通の対物レンズ)で複数(本実施例では2つ)の光ディスクの再生が可能となる。しかもこの場合、第2光ディスクの再生時には第3光束の大部分は不要光であるが、この不要光が第2光ディスクの再生には利用されないため、絞り17を第1光ディスクの再生に必要な開口数にしておくだけで、絞り17の開口数を変える手段を何ら必要とせずに再生することが出来る。なお、本実施例においては、2つの光源111、112が用いられ、第1光ディスクの記録再生には第1光源111から射出される光束が使用され、第2光ディスクの記録再生には第2光源112から出射される光束が使用されるものであるが、1つの光源のみが用いられる場合も同様であるため、それぞれの光束を区別することなく記載している。以下の説明も同様である。

【0028】さらに詳述すると、本実施例の対物レンズ16は、第1光ディスクを再生する際には(図2(a)参照)第1分割面Sd1および第3分割面Sd3を通過する第1光束および第3光束(斜線で示される光束)は、ほぼ同一の第1結像位置に結像し、その波面収差(第2分割面Sd2を通過する第2光束を除いた波面収差)の球面収差成分は、 $0.05\lambda\text{rms}$ 以下となっている。ここで $\lambda$ は光源の波長である。

【0029】このとき、第2分割面Sd2を通過する第2光束(破線で示される光束)は、第1結像位置とは異なった第2結像位置に結像する。この第2結像位置は第1結像位置を0(零)として、それより対物レンズ16側を負、その反対側を正とすると、第1結像位置から $-27\mu\text{m}$ 以上 $-4\mu\text{m}$ 以下の距離にする(第2結像位置を第1結像位置より対物レンズに近付ける)。これにより、主に第1光束および第3光束で第1光ディスクの記録再生が行なわれる。この下限 $-27\mu\text{m}$ を越える

と、球面収差の補正し過ぎとなり、第1光ディスクの再生時のスポット状況が悪くなり、また、上限 $-4\mu\text{m}$ を越えると、第2光ディスクの再生時のスポット径、サイドローブが大きくなる。なお、本実施例では、 $t_1 < t_2$ 、 $NA_1 > NA_2$ であるので、第2結像位置を第1結像位置から $-27\mu\text{m} \sim -4\mu\text{m}$ としたが、 $t_1 > t_2$ 、 $NA_1 < NA_2$ の場合は、第2結像位置を第1結像位置から $4\mu\text{m} \sim 27\mu\text{m}$ にする。

【0030】また、上記の対物レンズ16を所定の厚さ( $t_2 = 1.2\text{mm}$ )の透明基板を有する第2光ディスクの再生に使用する際には、図3に示すように対物レンズ16に入射する所定の光束(平行光束)の場合、第1光束(右肩上がりの斜線で示す)のうち光軸近傍を通過する光線が光軸と交わる位置と、光軸と直交する方向で第1分割面Sd1の端部(第2分割面Sd2側)を通過する光線が光軸と交わる位置との間に、第2光束(右肩下がりの斜線で示す)の光線が光軸と交わる(結像する)ようになる。よって、第1光束および第2光束は、第2光ディスクの情報記録面近傍に集光され、第2光ディスクの再生が行なわれる。このとき、第3光束(途中まで破線で示される)はフレアとなるが、第1光束および第2光束で形成される核により第2光ディスクの再生が可能となる。

【0031】換言すると、本発明は、開口数の小さい光軸近傍を通過する第1光束を、再生できる全ての光ディスクの再生に利用し、また、第1分割面より外側を通過する光束を再生する各光ディスクに対応するように分け、分けられた各光束を各光ディスク(本実施例では第1、第2光ディスク)の再生に利用する。このとき、光ディスクの情報を再生するために必要な開口数が多い方の光ディスク(本実施例では第1光ディスク)の再生に利用する光束は、分けられた光束のうち第1光束から離れた光束(本実施例では第3光束)とする。

【0032】このような光学系(本実施例では対物レンズ16)を用いると、透明基板の厚さが異なる複数のディスクを1つの光学系で再生することが可能となり、また、任意に面を設定できることにより、第2光ディスクの再生に必要な開口数 $NA_2$ を大きくすることが出来る。また、光軸近傍の光束を複数の光ディスクの再生に利用することで、光源からの光束の光量損失が少なくなる。しかも、第2光ディスク再生時には、ビームスポットのサイドローブを減少させ、非点収差の少ないビーム強度の強い核を形成し、正確な情報が得られる。さらに、絞り17の開口数を変更する特別な手段を必要とせずに複数のディスクを1つの集光光学系で再生することができる。

【0033】本実施例では、2つの光源111、112を用いるので、複数の光ディスクを記録再生するに際して自由度が大きくなり、好ましい範囲は以下となる。すなわち、 $t_1 = 0.6\text{mm}$ 、 $t_2 = 1.2\text{mm}$ 、



610 nm <  $\lambda 1$  < 670 nm、740 nm <  $\lambda 2$  < 870 nm、 $0.4 < NA2 < 0.51$ としたとき、 $0.60 (NA2) < NAL < 1.1 (NA2)$ の条件(この下限0.60 (NA2)は実用上、0.80 (NA2)が好ましく、さらに0.85 (NA2)であることが好ましい。)を満たすことが好ましい。この下限を超すとサイドローブが大きくなり、情報の正確な再生が出来ず、上限を超すと波長 $\lambda 2$ とNA2において想定される回折限界スポット径以上に絞られ過ぎる。なお、ここで云うNALは第2光源112を用いたときの第2分割面Sd2上でのNALを指す。

【0034】また、 $0.01 < NAH - NAL < 0.12$ (この上限0.12は、実用上、0.1であることがさらに好ましい。)の条件を満たすことが好ましい。この下限を超すと第2光ディスクの再生時のスポット形状が悪化し、サイドローブ・スポット径が大きくなり、上限を超すと第1光ディスクの再生時のスポット形状が乱れ、光量低下を引き起こす。なお、ここでいうNAHおよびNALは、第2光源112を用いたときの第2分割面Sd2上でのNAHおよびNALを指す。

【0035】また、第2光ディスクの再生時( $t2$ の厚さの透明基板を介した際)に、開口数NALから開口数NAHの間の球面収差が、 $-2(\lambda 2) / (NA2)^2$ 以上、 $5(\lambda 2) / (NA2)^2$ 以下の条件を満たすことが好ましい。さらに、この条件は、再生の場合は $3(\lambda 2) / (NA2)^2$ 以下が好ましく、或いは、記録をも考慮すると(もちろん、再生もできる。)0(零)より大きいことが好ましい。この下限を超すと球面収差の補正し過ぎとなり第1光ディスク再生時のスポット形状が悪化し、上限を超すと第2光ディスクの再生時のスポット形状が悪化し、サイドローブ・スポット径が大きくなる。特に、この条件は、 $0 \sim 2(\lambda 2) / (NA2)^2$ の範囲を満足することがさらに好ましく、この場合、フォーカスエラー信号が良好に得られる。

【0036】なお、先の実施例と同様、分割面Sd1～Sd3を対物レンズ16の屈折面S1に設けること、無限系の対物レンズを用いること、分割面に段差を設けること、分割面の数、第2分割面の面形状など、本実施例についての記述に限られるものではない。また、第1光源111と第2光源112とを合成手段19により合成するようにしたが、これに限られず、共通の集光光学系に第1光源111と第2光源112とを切り替えて配置するようにしてもよい。

【0037】なお、本実施例においては、第1光源111と第2光源112とをほぼ同じ倍率で使用しているので、1つの光検出器30とすることができ、構成を簡単にすることが出来るが、各々の光源111、112に対応させて2つの光検出器を設けてもよく、さらに倍率を異ならせてもよい。

【0038】なお、本実施例では、分割面Sd1～Sd

3を対物レンズ16の光源側の面S1に設けたが、ディスク20側の屈折面に設けてもよく、また、他の集光光学系の光学素子(例えば、コリメータレンズ13など)の1つにこのような機能を持たせてもよく、さらに、新たにこのような機能を有する光学素子を光路上に設けてもよい。また、各分割面Sd1～Sd3の機能を異なる光学素子に分解して設けてもよい。

【0039】また、本実施例では、コリメータレンズ13を用いた、いわゆる無限系の対物レンズ16を用いたが、コリメータレンズ13がなく、光源からの発散光が直接または発散光の発散度合いを減じるレンズを介した発散光が入射するような対物レンズや、光源からの光束を収収光に変更するカップリングレンズを用い、その収収光が入射するような対物レンズに適用してもよい。

【0040】また、本実施例では第1分割面Sd1～第3分割面Sd3の境界に段差を設けたが、少なくとも一方の境界を段差を設けずに連続的に分割面を形成してもよい。また、分割面と分割面との境界は、境界を屈曲させることなく、例えば所定の曲率半径の面で接続させてもよい。また、本実施例では、面S1を3つの分割面Sd1～Sd3で構成したが、これに限らず、特開平9-194975号公報のように、2つの分割面Sd1とSd2より構成される場合においても、Sd1とSd2の非点隔差量を変えることで、異なる非点隔差を持つ2つの光源を持った光学系に応用できる。さらに、特開平10-69675号公報に開示されているレンズや通常の非球面对物レンズのように、非球面が数式2のように、1つの式で表される場合においても、数式1の非球面を使い、 $v$ 方向の円錐定数、 $z$ 方向の円錐定数を異ならせたり、回転非対称な高次非球面係数を導入することで、光軸からの距離に応じて非点隔差を変化させることで、異なる非点隔差を持つ2つの光源を持った光学系に応用できる。

【0041】また、本実施例では、非点収差を発生させる面は屈折面であったが、反射面や回折面であってもよく、それらの組合せであってもよい。さらに、実施例においては第1分割面を光軸を含む面としたが、光軸上のごく狭い領域の面は集光にはさほど影響を及ぼさないため、そのような集光には影響を与えない光軸上のごく狭い領域の面が平坦となっていたり、突起や凹みとなっていたりしてもよい。要は、NA2近傍に第2光ディスクの記録再生に利用する分割面を設ければよく、それより光軸側(すなわち光軸近傍)を第1分割面とすればよい。

【0042】以下、本発明を対物レンズ16の光源側の屈折面に適用した場合の1例のレンズデータを示す。第1光ディスクとしてDVD(透明基板の厚さ $t1 = 0.6$  mm、必要な開口数 $NA1 = 0.60$ ( $\lambda = 635$  nm))を用い、第2光ディスクとしてCD(透明基板の厚さ $t2 = 1.2$  mm、必要な開口数 $NA2 = 0.36$ ( $\lambda = 635$  nm)あるいは $NA2 = 0.45$ ( $\lambda =$

780nm) ) 或いはCD-R (透明基板の厚さ $t_2 = 1.2\text{mm}$ 、必要な開口数 $NA_2 = 0.50$  ( $\lambda = 780\text{nm}$ ) (ただし、再生のみの場合は、 $NA_2 = 0.45$  ( $\lambda = 780\text{nm}$ ) ) を用いることにする。なお、以下の対物レンズ16の例において、光源111は非点隔差を0とし、光源112は $30\mu\text{m}$ の非点隔差を持っているものとする。xv断面を半導体レーザの接合面に垂直にとり、xz断面を半導体レーザの接合面に平行にとる。半導体レーザの特性から、xz断面における発光点の方が、xy断面における発光点より光ディスクに近い。コリメータレンズ13は、焦点距離が $23\text{mm}$ の非球面レンズであり、公知の方法で球面収差が補正されている。またコリメータは開口数が小さいため、光源111に対しても光源112に対してもほぼ無収差の平行光束を出射することが出来るコリメータレンズ13を使用することを前提として、対物レンズ16へ光束が入射して以降の構成を示す。

【0043】また、対物レンズ16の光源側に配置される絞りを第1面として、ここから順に第i番目のレンズ面のxy断面の曲率半径を $R_{vi}$ 、xz断面の曲率半径を $R_{zi}$ とし、回転対称面については $R_{vi}$ のみを記載する。光学面に非球面を用いた場合は、前述の非球面の\*

10

DVD再生時の第i番目の面と第i+1番目の面との間の距離を $d_i$  (CD再生時には、 $d_i'$ に記載のある場合はその数値に変わり、記載がない場合は $d_i$ と同じである。) 、その間隔空間のレーザ光源の波長での屈折率を $n_i$ で表している。

【0044】 (実施例1) 実施例1は前述の2つの光源 (波長 $\lambda_1 = 635\text{nm}$ 、 $\lambda_2 = 780\text{nm}$ ) を用いた光ピックアップ装置10に搭載する対物レンズ16であって、第1分割面 $S_{d1}$ ~第3分割面 $S_{d3}$ の境界に段差を設けた対物レンズの例である。下表に対物レンズの光学データを示す。

【表2】

波長 $\lambda$					635nm	780nm
xy断面焦点距離					3.360	3.387
絞り径					$\phi 4.04\text{mm}$	
対物レンズの横倍率					0	
i	$R_{y1}$	$R_{z1}$	$d1$	$d1'$	$n1$	$n1'$
1	$\infty$		0.000		1.0	1.0
2	2.114	2.114475	2.200		1.5383	1.5337
3	-7.963		1.757	1.401	1.0	1.0
4	$\infty$		0.600	1.200	1.58	1.58
5	$\infty$					

表中の $n1'$ は、第2光源( $\lambda_2 = 780\text{nm}$ )における屈折率を示している。 ※【表3】

※

非球面データ

第2面 第1非球面  
(回転非対称面)

 $0 \leq H < 1.279$  (第1分割面) $r_v = 2.114$  $r_z = 2.114$  $K_v = -0.97700$  $K_z = -0.97700$  $A_2 = -0.26555 \times 10^{-4}$  $e_2 = 1$

第2非球面  
(回転非対称面)

$$\begin{aligned} A3 &= 0.63761 \times 10^{-3} & e3 &= 0 \\ A4 &= 0.36688 \times 10^{-3} & e4 &= 0 \\ A5 &= 0.83511 \times 10^{-2} & e5 &= 0 \\ A6 &= -0.37296 \times 10^{-2} & e6 &= 0 \\ A7 &= 0 & e7 &= 0 \\ A8 &= 0.46548 \times 10^{-3} & e8 &= 0 \\ A9 &= 0 & e9 &= 0 \\ A10 &= -0.43124 \times 10^{-4} & e10 &= 0 \\ 1.279 \leq H < 1.532 & \text{(第2分割面)} \\ d2 &= 2.1995 \\ r_v &= 2.114 & r_z &= 2.114 \\ K_v &= -0.11481 \times 10 & K_z &= -0.11481 \times 10 \\ A2 &= -0.26555 \times 10^{-4} & e2 &= 1 \\ A3 &= 0.70764 \times 10^{-2} & e3 &= 0 \\ A4 &= 0.13388 \times 10^{-1} & e4 &= 0 \\ A5 &= 0.24084 \times 10^{-1} & e5 &= 0 \\ A6 &= -0.97636 \times 10^{-2} & e6 &= 0 \\ A7 &= 0 & e7 &= 0 \\ A8 &= 0.93136 \times 10^{-3} & e8 &= 0 \\ A9 &= 0 & e9 &= 0 \\ A10 &= -0.68008 \times 10^{-4} & e10 &= 0 \end{aligned}$$

第3非球面  
(回転対称面)

$$\begin{aligned} 1.532 \leq H & \text{(第3分割面)} \\ r_v &= 2.114 \\ K_v &= -0.97700 \\ A2 &= 0 \\ A3 &= 0.63761 \times 10^{-3} \\ A4 &= 0.36688 \times 10^{-3} \\ A5 &= 0.83511 \times 10^{-2} \\ A6 &= -0.37296 \times 10^{-2} \\ A7 &= 0 \\ A8 &= 0.46548 \times 10^{-3} \\ A9 &= 0 \\ A10 &= -0.43124 \times 10^{-4} \end{aligned}$$

第3面 (回転対称面)  
(屈折面)

$$\begin{aligned} r_v &= -7.963 \\ K_v &= -0.24914 \times 10^2 \\ A2 &= 0 \\ A3 &= 0.13775 \times 10^{-2} \\ A4 &= -0.41269 \times 10^{-2} \\ A5 &= 0.21236 \times 10^{-1} \\ A6 &= -0.13895 \times 10^{-1} \\ A7 &= 0 \\ A8 &= 0.16631 \times 10^{-2} \\ A9 &= 0 \\ A10 &= -0.12138 \times 10^{-3} \end{aligned}$$

表中、第2非球面の「 $d2 = 2.1995$ 」とは、第2非球面（第2分割面）の形状を非球面形状式にしたがって光軸まで延長したときの光軸との交点と、第3面との光軸上の間隔を表している。

【0045】図5(a)に上記実施例のDVD再生時のx-v断面の球面収差を、同図(b)にCD-R再生時の

球面収差を示している。対物レンズの第1分割面と第2分割面については、そのx-z断面の近軸像点は、x-v断面の近軸像点より0.65μm長い。半導体レーザー111および112のx-v断面の発光点にコリメータレンズ13の焦点は位置する。半導体レーザー111は非点隔差0であり、半導体レーザー112は30μmの非点隔差を

17

持つので、半導体レーザー111からの光束は平行光となるが、半導体レーザー112からの光束は、 $xv$ 断面では平行光となるものの、 $xz$ 断面では収束光となる。もし、レンズが回転対称面であった場合、半導体レーザー112の波長での焦点距離は $3.387\text{mm}$ であることから、 $30 \times (3.387/23)^2 = 0.65\mu\text{m}$ だけ、 $xz$ 断面の焦点位置が対物レンズに近くなる。ところで、本発明の対物レンズの第1分割面と第2分割面については、その $xz$ 断面の近軸像点は、 $xv$ 断面の近軸像点より $0.65\mu\text{m}$ 長いので、半導体レーザー112からの光束の非点収差が補正され、ほぼ一点に集束することになる。なお、非点収差がない半導体レーザー111からの光束については、第1分割面の光束が非点収差を持つが、第3分割面の光束は非点収差を持たないので、第1分割面は深度が深い実用上問題がなかった。

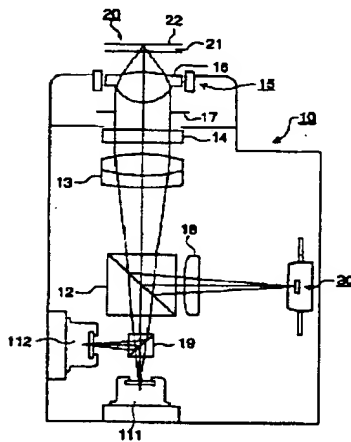
【0046】

【発明の効果】以上詳述したように、本発明の対物レンズを使うことにより、複数の非点収差量の異なる光源を持つ光ピックアップ装置において、1つの集光光学系で複数の光情報記録媒体の記録再生を良好に実現することが出来た。

【図面の簡単な説明】

\*

【図1】



18

\* 【図1】本発明を実施する光ピックアップ装置の構成を示す概念図である。

【図2】本発明の対物レンズの第1光ディスクへの集光状態を示すレンズ断面図である。

【図3】本発明の対物レンズの第2光ディスクへの集光状態を示すレンズ断面図である。

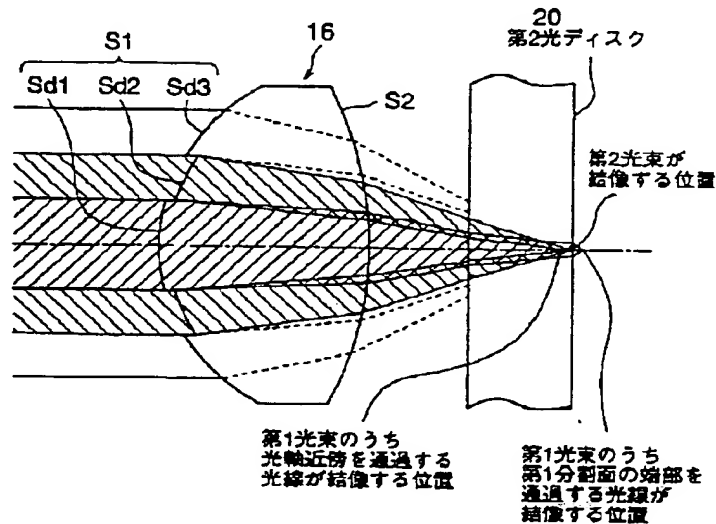
【図4】本発明の対物レンズの補正方法を示す球面収差の説明図である。

【図5】本発明の対物レンズの実施例の球面収差図である。

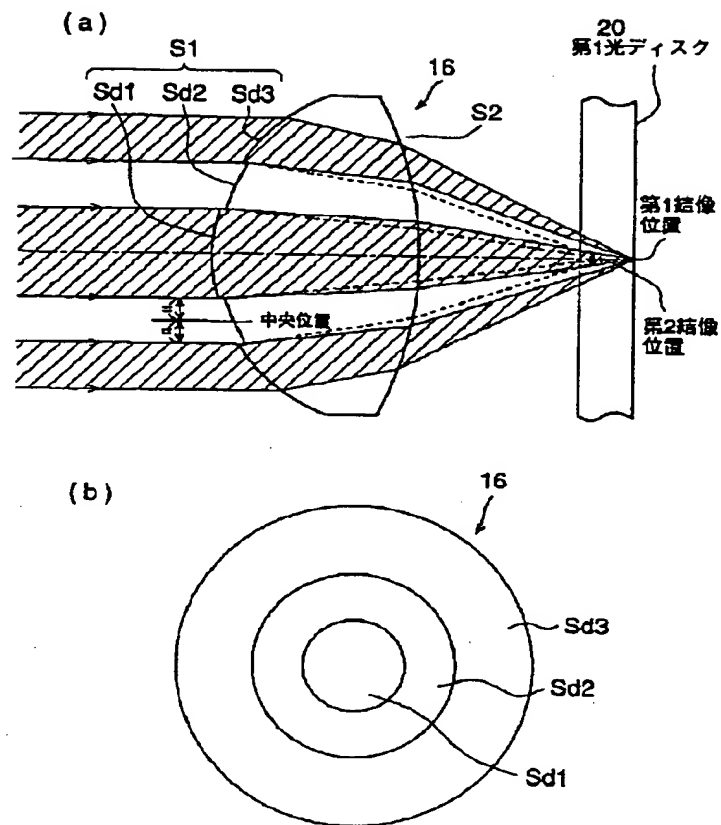
【符号の説明】

10	光ピックアップ装置	111, 112	半導体レーザー
12	偏光ビームスプリッタ	13	コリメータレンズ
14	1/4波長板	15	2次元アクチュエータ
16	対物レンズ	17	絞り
18	シリンダリカルレンズ	19	合成手段
20	光ディスク	22	情報記録面
30	光検出器		

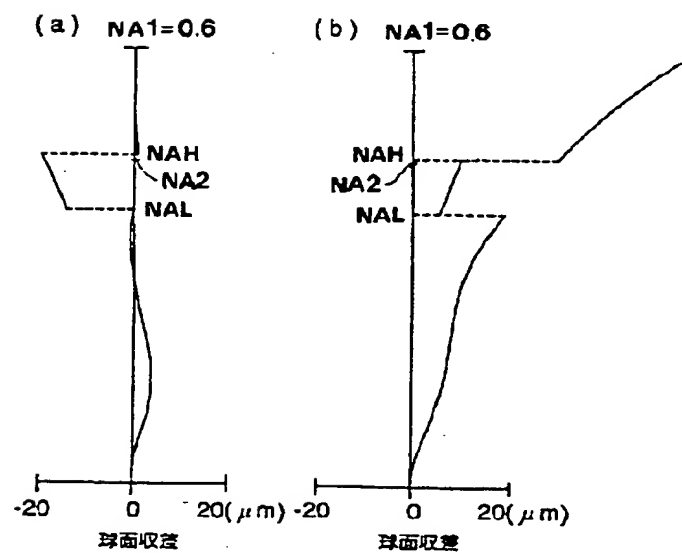
【図3】



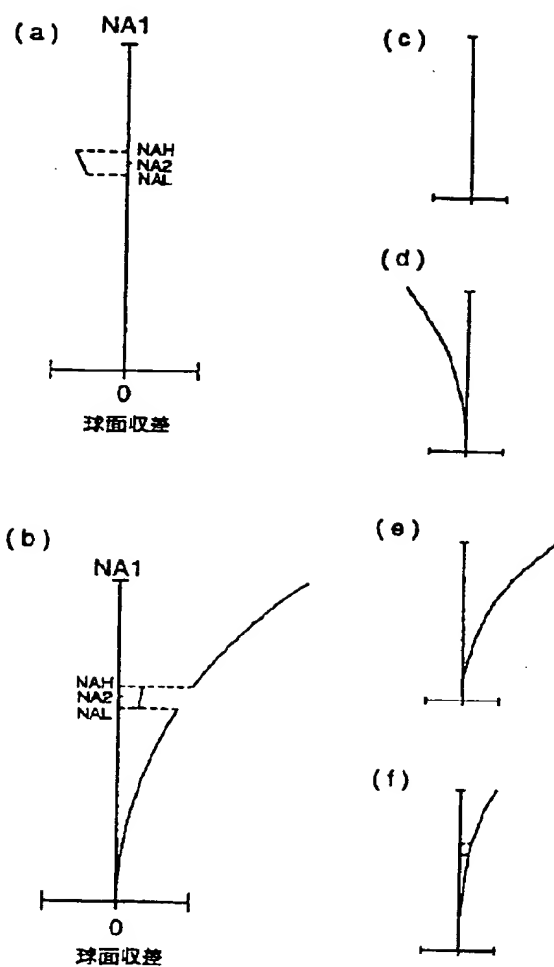
【図2】



【図5】



【図 4】



フロントページの続き

F ターム(参考) ZH087 KA13 LA01 NA01 PA01 PA17  
 PB01 QA02 QA07 QA14 QA34  
 RA05 RA06 RA12 RA13 RA34  
 RA42 RA44 RA45  
 SD119 AA05 AA41 BA01 BB01 BB03  
 CA16 DA01 DA05 EB03 EC02  
 EC06 EC45 FA05 FA08 JA44  
 JB02